

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії (№ 402)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОП

«31» 08 Губін С.В.
2021 р

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

"Біотермохімічні енергетичні установки"

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії

Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Біотермохімічні енергетичні установки» для студентів за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньою програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки

«18» 08 2021 р., 12 с.

Розробник: к.т.н., доцент каф. 402 Сінченко С.В.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 402

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2021 року

Завідувач кафедри 402, к.т.н.



(підпис)

(С.В. Сінченко)
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика дисципліни Денна форма навчання
Кількість кредитів – 3,5	Галузь знань: <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр і найменування) Спеціальність: <u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u> (код та найменування) Освітня програма: <u>«Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки;</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки
Кількість змістовних модулів – 2		Навчальний рік
Індивідуальне завдання <u>розрахунково-графічна робота</u>		2021 /2022
Загальна кількість годин – 105		Семестр
денна –		6
аудиторних – 48/105		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,85 годин самостійної роботи студента – 3,15 годин		32 годин
		Практичні ¹⁾
		16 годин
		Самостійні
	57 год.	
	Вид контролю	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 48/57;

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчання – набуття базових практичних професійних знань з питань аналізу характеристик енергоустановок, що базуються на альтернативному перетворенні біомаси, теплової та хімічної енергії навколишнього середовища, та навичок з їх початкового розрахунку.

Завдання: Формування у студентів знань і навичок необхідних для проектування енергетичних установок, що базуються на альтернативному перетворенні біомаси, теплової та хімічної енергії навколишнього середовища, та навичок з їх початкового розрахунку, з використанням різних за типом енергій, їх розрахунку, що буде в подальшому використане при виконанні дипломного проектування.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1 – Здатність застосовувати знання на практиці.

ЗК2 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності (ФК):

ФК4 – Здатність використовувати професійні знання з електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики.

ФК9 Програмні результати навчання:

ПРН2 – Здатність продемонструвати знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності в області електричних кіл постійного та змінного струму, теорії електромагнітного поля, теорії електричних машин, теорії електроприводу, теорії автоматичного керування, методів аналізу електричних мереж, процесів виробництва, перетворення і транспортування енергії, схемотехніки, інформаційних технологій аналізу систем, ефективного енерговикористання.

ПРН3 – Здатність продемонструвати поглиблені знання принаймні в одній з областей електроенергетики, електротехніки та електромеханіки: електричні станції, електричні системи та мережі, електротехнічні системи електроспоживання, електромеханічні системи автоматизації та електропривод, електромеханотроніка і системи управління виробництвом та розподілом електроенергії.

ПРН12 – Застосовувати знання технічних характеристик, конструкційних особливостей, призначення і правил експлуатації устаткування та обладнання для вирішення технічних задач спеціальності.

ПРН13 – Розраховувати, конструювати, проектувати, досліджувати, експлуатувати, ремонтувати, налагоджувати типове для обраної спеціалізації електроустаткування та обладнання.

ПРН20 – Уміння спілкуватись, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською).

ПРН23 – Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань.

ПРН24 – Здатність відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна базується на знаннях, які отримані при вивченні дисциплін «Фізика», «Електротехніка», «Джерела та перетворювачі енергії», «Основи нетрадиційної енергетики» та сама є базою для вивчення дисцип-

лін: «Експлуатація нетрадиційних енергетичних установок», «Технологія виробництва перетворювачів нетрадиційних енергоустановок».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Біогазові установки та установки для перетворення енергії річок, морів, океанів.

Тема 1. Вступ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Характеристика нетрадиційних енергоустановок.

Тема 2. Біоенергетичні установки. Початкові проектні схеми, розрахунок та структура різних вузлів метантенків для переробки біомаси в біогаз та гумус. Корпус метантенка, пристрої для зброджування, електропривод шнеків, поворотні лопаті, малометражні біогазові установки. Початкові розрахунки теплової системи контролю для зброджування. Датчики температурного контролю, вторинні пристрої температурного контролю. Розрахунки головних розмірів метантенків для метану. Пристрої для завантаження біомаси, пристрої для виходу біогазу та гумусу.

Тема 3. Енергоустановки для перетворення енергії морських, океанічних хвиль та річкових течій. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Перетворення термальної енергії океану. Схеми енергоустановок для перетворення енергії морських, океанічних хвиль і морських річкових течій.

Змістовний модуль 2. Теплонасосні, геотермальні, газогенераторні та комбіновані енергоустановки

Тема 4. Газогенераторні установки для горючого газу. Біоконвертори. Дров'яні печі. Камери для піролізу, газифікації, синтезу та ін. Канали завантаження біомаси та вироблення біогазу. Схеми прямооточної та протиточної газифікації, зони реакції, біонагрівачі та ін.

Тема 5. Теплонасосні установки і геотермальні енергоустановки. Теплова енергія довкілля та теплонасосні установки. Типи теплонасосних установок і галузі їх застосування. Елементарний розрахунок ефективності систем тепlopостачання із застосуванням теплонасосних установок. Економічна ефективність теплонасосних установок. Геотермальне енергопостачання. Схеми геотермальних установок. Схеми систем геотермального тепlopостачання та їх особливості. Схеми та розрахунки. Одноконтурні установки з одноступінчастим розширенням геотермального теплоносія. Виробництво електроенергії на геотермальній електростанції. Принципові схеми, конструкції теплообмінників, конденсаторів, паро перетворювачів та ін.

Тема 6. Комбіновані енергоустановки. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Геліовітроенергетичні установки. Вітрохвильові енергоустановки і установки з тепловим насосом. Використання низькопотенціальної енергії довкілля. Використання поновлюваних джерел енергії для отримання прісної води з морської. Приклади розрахунку установок для обігріву різних об'єктів.

Тема 7. Основні напрями енергозбереження. Заходи з енергозбереження в теплогенеруючих установках. Заходи з енергозбереження за рахунок використання вторинних енергоресурсів. Заходи з енергозбереження у системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Енергозбереження тепловими трубками

4. Структура навчальної дисципліни

Прийняті скорочення (розрахунково-графічна робота – РГР, лабораторна робота – ЛР, лабораторне заняття – ЛЗ, практичне заняття –ПЗ, семінар – С).

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Біогазові установки та установки для перетворення енергії річок, морів, океанів.					
Тема 1. Вступ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Характеристика нетрадиційних енергоустановок.	6	2	-	-	3
Тема 2. Біоенергетичні установки. Початкові проектні схеми, розрахунок та структура різних вузлів метантенків для переробки біомаси в біогаз та гумус. Корпус метантенка, пристрої для зброджування, електропривод шнеків, поворотні лопаті, малометражні біогазові установки. Початкові розрахунки теплової системи контролю для зброджування. Датчики температурного контролю, вторинні пристрої температурного контролю. Розрахунки головних розмірів метантенків для метану. Пристрої для завантаження біомаси, пристрої для виходу біогазу та гумусу.	20	8	4	-	8
Тема 3. Енергоустановки для перетворення енергії морських, океанічних хвиль та річкових течій. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Перетворення термальної енергії океану. Схеми енергоустановок для перетворення енергії морських, океанічних хвиль і морських річкових течій.	18	6	2	-	8
Індивідуальне завдання: Розрахунково-графічна робота на тему	10	-	2	-	8

«Біогазові енергоустановки».					
Разом за змістовим модулем 1	51	16	8	-	27
Змістовний модуль 2. Теплонасосні, геотермальні, газогенераторні та комбіновані енергоустановки.					
Тема 4. Газогенераторні установ- ки для горючого газу. Біокон- вертори. Дров'яні печі. Камери для піролізу, газифікації, синте- зу та ін. Канали завантаження біомаси та вироблення біогазу. Схеми прямоточної та протито- чної газифікації, зони реакції, біонагрівачі та ін.	17	4	2	-	5
Тема 5. Теплонасосні установки і геотермальні енергоустановки. Теплова енергія довкілля та те- плонасосні установки. Типи те- плонасосних установок і галузі їх застосування. Елементарний розрахунок ефективності сис- тем теплопостачання із застосу- ванням теплонасосних устано- вок. Економічна ефективність теплонасосних установок. Гео- термальне енергопостачання. Схеми геотермальних устано- вок. Схеми систем геотермаль- ного теплопостачання та їх осо- бливості. Схеми та розрахунки. Одноконтурні установки з од- ноступінчастим розширенням геотермального теплоносія. Ви- робництво електроенергії на ге- отермальній електростанції. Принципові схеми, конструкції теплообмінників, конденсато- рів, паро перетворювачів та ін.	18	4	2	-	8
Тема 6. Комбіновані енерго- установки. Комбіноване вико- ристання нетрадиційних джерел енергії. Геліовітроенергетичні установки. Вітрохвильові енер- гоустановки і установи з теп- ловим насосом. Використання низькопотенціальної енергії до- вілля. Використання поновлю- ваних джерел енергії для отри- мання прісної води з морської. Приклади розрахунку установок для обігріву різних об'єктів.	17	4	2	-	9
Тема 7. Основні напрями ене-	14	4	2	-	8

рогозбереження. Заходи з енергозбереження в теплогенеруючих установках. Заходи з енергозбереження за рахунок використання вторинних енергоресурсів. Заходи з енергозбереження у системах опалення, вентиляції та кондиціювання повітря. Енергозбереження тепловими трубками					
Разом за змістовим модулем 2	54	16	8		30
Усього годин	105	32	16	-	57

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1			
2			
	Разом		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма навчання
1	Первинний розрахунок нетрадиційних енергоустановок.	2
2	Біогазові установки. Розрахунки головних розмірів метантенків для метану та об'ємів виробки біогазу. Тепловий розрахунок метантенку для фермерського господарства	2
3	Біогазові установки. Розрахунок основних вузлів біогазової установки. Розрахунок на міцність корпусу метантенку.	2
4	Розрахунок установки для перетворення енергії хвиль.	2
5	Розрахунок газогенераторної установки.	2
6	Теплонасосні установки. Термодинамічні та енергетичні розрахунки.	2
7	Первинні розрахунки комбінованих енергоустановок.	2
8	Основи енергозбереження. Розрахунок енерговитрат будівель та споруд.	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1			
2			
	Разом		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма навчання
1	Розрахунки головних розмірів метантенків для метану. Пристрої для завантаження біомаси, пристрої для виходу біогазу та гумусу.	4
2	Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Перетворення термальної енергії океану.	4
3	Газогенераторні установки для горючого газу. Приклади застосування	6
4	Геліовітроенергетичні установки.	8
5	Вітрохвильові енергоустановки і установки з тепловим насосом. Використання низькопотенціальної енергії довкілля.	6
6	Використання поновлюваних джерел енергії для отримання прісної води з морської.	5
7	Заходи з енергозбереження в теплогенеруючих установках.	6
8	Заходи з енергозбереження за рахунок використання вторинних енергоресурсів.	6
9	Заходи з енергозбереження у системах опалення, вентиляції та кондиціювання повітря.	6
10	Енергозбереження тепловими трубками	6
	Разом	57

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунково-графічної роботи на тему «Біогазові енергоустановки». Зразковий графік роботи над РГР (по годинам самостійної роботи)

Тижні	Склад робіт	%% від загального обсягу	%% усього
1-3	Пояснювальна записка з оглядом і аналізом БЕУ.	20	20
4-7	Лист із аналізом сировини для БЕУ (8 год.)	20	40
7-10	Лист з розрахунками ємності, кількості, температурних режимів	20	60

11-13	Розділ пояснювальної записки з описом побудови БЕУ.	20	80
13-15	Підготовка пояснювальної записки; захист (12 год.)	20	100

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних робіт, консультацій з розрахунково-графічної роботи, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Результати поточного контролю викладач записує в журнал обліку поточної успішності та відвідування студентів. Для оцінювання систематичної роботи студента протягом семестру дисципліна розподіляється на два модулі. В середині модуля оцінюються всі основні елементи навчальної роботи студента (робота на практичних, лабораторних та семінарських заняттях, виконання розрахунково-графічних робіт, участь у студентських конференціях та інше).

Оцінювання знань студентів здійснюється на основі результатів поточного контролю, модульного контролю (іспиту та заліку).

Загальна кількість балів, що може набрати студент під час поточних та модульних контролів, а також під час семестрового контролю дорівнює 100.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	1...3	8	8...24
Модульний контроль	10...20	1	10...20
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	1...3	8	8...24
Модульний контроль	10...20	1	10...20
Виконання і захист РГР (РР для іноземних студентів)	24...40	1	24...40
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань та практичного завдання питань. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне теоретичне питання – 30 балів, за виконання практичного завдання – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: повинні знати характеристики нетрадиційних енергоустановок, енергонадходження та енергоспоживання. Особливості біоенергетичні установки. Загальні відомості, проектні схеми, розрахунок та структура різних вузлів метантенків для переробки біомаси в біогаз та гумус. Мати уявлення про енергоустановки для перетворення енергії морських, океанічних хвиль та річкових течій. Комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Вказати на схеми компонування. Знати про основні схеми газогенераторних установок. Вміти будувати теплонасосні установки і геотермальні енергоустановки. Розрізняти типи теплонасосних установок і галузі їх застосування. Знати про комбіноване використання нетрадиційних джерел енергії. Геліовітроенергетичні установки їх застосування.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи та РГР. Виказати розуміння базових положень методики виконання розрахунків.

Добре (75 - 89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати усі завдання, захищати всі практичні роботи та РГР в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Виказати розуміння більшості всіх положень методики виконання розрахунків.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Виконати усі завдання, захищати всі практичні роботи та РГР в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Виказати якісне розуміння всіх положень методики виконання розрахунків.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Биотермохимические энергетические установки [Текст]: конспект лекций / А.В.Колинчук, Ю.А. Шепетов Д.В. Легошин. //Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2016. — 100 с.
2. Кривцов В. С, Олейников А. М., Яковлев А. И. Ветроэлектрогенераторы. – Х., ХАИ, 2003. – 400 с.
3. Кривцов В. С, Олейников А. М., Яковлев А. И. Ветроэнергетика. – Х., ХАИ, 2004. – 517 с.
4. Кривцов В. С, Олейников А. М., Яковлев А. И. Неисчерпаемая энергия. – Х., ХАИ, 2005. – 517 с.
5. Расчет распределения рабочих и испытательных нагрузок на лопасть крупной ВЭУ [Текст]: учебное пособие / Н. В. Белан, О. О. Тыхевич, С. А. Полтарушников, Д. В. Легошин; – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2006. – 59 с.

6. Автономная ветроэнергетическая установка малой мощности [Текст] : учебное пособие / Н. В. Белан, А. А. Люшня, О. О. Тыхевич, Д. В. Легошин; – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2006. – 20 с.
7. Эксплуатация нетрадиционных энергоустановок [Текст] : учебное пособие / С. В. Губин, Д. В. Легошин; – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2014. – 173 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Маляренко В. А., Лисак Л. В. Энергетика. Довкілля. Енергозбереження. Харків.: "Рубікон", 2004. – 360 с
2. Дубровін В., Корчемний М., Масло І., Шептицький О., Рожковський А., Кижибек А., Пасторек З., Евич П, Атон Т., Криворучко В. Біопалива. Технології, машини, обладнання. Київ., ЦТІ "Енергетика і електрифікація", 2004. – 256 с
3. Г. И. Денисенко. Возобновляемые источники энергии. К., КПИ, 1979.
4. Б. М. Выморков, Н. П. Путник. Геотермальные ресурсы и их энергетическое использование. – М, 1960.
5. Романов В. В., Хашев Ю. М. Химические источники тока. – М.: Сов. Радио, 1978, – 264 с.

Допоміжна

1. Янтовский Е. И. Пустовалов Ю. В. Парокомпрессионные теплонасосные устройства. – М.: Энергоиздат, 1982. – 142 с.
2. Бубялис Э., Макарявичус В. Процессы энергопереноса в тепловых насосах. – Вильнюс: Мокелис, 1990. – 186 с.
3. Щербина О. М., Енергія для всіх. – Ужгород: Закарпаття, 1995. – 52 с.
4. Дикий Н. А. Энергоустановки геотермальных электростанций. – К.: Вища шк., 1989. – 198 с.
5. Трошенин Б. А. Возобновляемая энергия. Ч. 1: Термодинамика атмосферы и океана. Океанические электростанции. – Х.: Форт, 2003. – 104 с.
6. Энергетические установки и окружающая среда. / В. А. Маляренко, Г. Б. Варламов, Г. А. Любчик и др. – Х.: ХГАГХ, 2002. – 398 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://saee.gov.ua/uk/ae>
2. Портал Энергоэффективность и энергосбережение. Возобновляемая энергия. «Зелёное» сознание. Новые технологи [Электронный ресурс]. – Режим доступу <http://energefficiency.in.ua>
3. Комплекс підручників "Енергетика. Довкілля. Енергозбереження" у 7 книгах [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://www.kdpu-nt.gov.ua/work/kompleks-pidruchnikiv-energetika-dovkillya-energozberezhennya-u-7-knigakh>
4. Маляренко В.А. Введение в инженерную экологию энергетики. Учебное пособие. – Второе издание– Х.: Издательство САГА, 2008. – с. 185. [Электронный ресурс]. – Режим доступу http://eprints.kname.edu.ua/6049/1/ecolog_energy.pdf